

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 59-075682

(43)Date of publication of application : 28.04.1984

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 57-187167

(71)Applicant : NIPPON DENSO CO LTD

(22)Date of filing : 25.10.1982

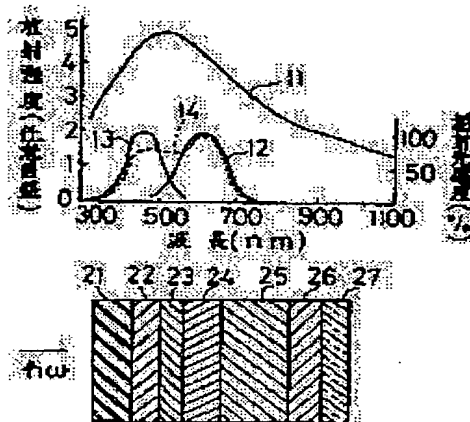
(72)Inventor : MAEKAWA KENJI
TAKEUCHI YUKIHISA
MORI MASAOKI
NISHIZAWA TOSHIKI

(54) PHOTOVOLTAIC ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve photoelectric conversion efficiency by a method wherein a first PI lamination with a large forbidden band gap and a second IN lamination with a smaller forbidden band gap are junctioned in this order to each other from the end of a surface of incidence so that light with its wavelength in the vicinity of 500nm, at which length the solar radiation is the most intensive, may be absorbed with high efficiency.

CONSTITUTION: On a glass substrate 21, a transparent conductive film 22, P type a-SiC:H layer 23, I type a-SiC:H layer 24, I type a-Si:H layer 25, N type a-Si:H layer 26, and rear side metal electrode 27 are formed on this order. The relative sensitivity of a photovoltaic element thus constructed is represented by a curve 14. In the curve 14, when compared with the sensitivity curve 12 of a conventional type a-Si:H PIN photovoltaic element, the region occupied by absorbed wavelengths greatly expands toward the region of shorter wavelength side. When exposed to a solar beam of 100mW/cm², for example, the conventional type P-I-N a-Si:H shows a conversion rate of 6.5% per cm², while with the new element, the rate is as high as 7.75% under the same conditions.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

Best Available Copy

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

9/11

⑨ 日本国特許庁 (JP)
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開
昭59—75682

⑫ Int. Cl.³
H 01 L 31/04

識別記号

庁内整理番号
7021—5F

⑬ 公開 昭和59年(1984)4月28日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑭ 光起電力素子

⑮ 特 願 昭57—187167

⑯ 出 願 昭57(1982)10月25日

⑰ 発 明 者 前川謙二

刈谷市昭和町1丁目1番地日本
電装株式会社内

⑱ 発 明 者 竹内幸久

刈谷市昭和町1丁目1番地日本
電装株式会社内

⑲ 発 明 者 森正昭

刈谷市昭和町1丁目1番地日本
電装株式会社内

⑳ 発 明 者 西沢俊明

刈谷市昭和町1丁目1番地日本
電装株式会社内

㉑ 出 願 人 日本電装株式会社

刈谷市昭和町1丁目1番地

㉒ 代 理 人 弁理士 大川宏 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

光起電力素子

2. 特許請求の範囲

(1) アモルファス半導体からなるP-I接合層を有する第1積層部と、

前記P-I接合層を形成するアモルファス半導体より禁止帯幅が小さなアモルファス半導体からなるI-N接合層を有する第2積層部とを有し、第1積層部と第2積層部のI層を相互に接合して成り第1積層部のP層を受光面とする光起電力素子。

(2) 前記第1積層部は、アモルファスSiCを母材とし、前記第2積層部はアモルファスSiを母材とすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光起電力素子。

(3) 前記第1積層部は、アモルファスSiNを母材とし、前記第2積層部は、アモルファスSiを母材とすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光起電力素子。

(4) 前記第1積層部はアモルファスSiを母材

とし、前記第2積層部はアモルファスSiSnを母材とすることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光起電力素子。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、太陽光光起電力素子に関する。

従来、太陽光の光エネルギーを起電力に変換する素子としては、PN接合、ショットキー接合、PIN接合ヘテロ接合等の様々なバンド障壁を有する接合半導体素子が利用されていた。近年、特にアモルファスシリコンは、単結晶シリコンに比べて、太陽光のエネルギー分布のピークである500nm付近の波長の光に対する光吸収係数が1桁程度大きいことによりアモルファスシリコン系の光起電力素子が多いに研究されている。

従来のアモルファスシリコン系の光起電力素子は、障壁に電界の大部分を印加するためにPIN接合構造を採用したものが主体として考えられている。このアモルファスシリコンは、エネルギーギャップが約1.7eV程度であり、600nm

(2.0eV)付近の波長の光で最大の光感度を

FP03-0399 -0060-10
04.3.9
SEARCH REPORT

示すものであった。即ち、従来のアモルファスシリコンを利用した太陽光光起電力素子は、600nm付近にピーク感度を示すものである。ところが太陽光のスペクトラムは、500nm付近の波長の光が放射強度が最大になっている。このため、従来の水素化アモルファスシリコン光起電力素子は、最も放射強度の強い500nm付近の光を有効に利用していない。そこで、本発明者等は、このことに注目して太陽光の放射強度の最も強い500nm付近あるいは、それより低波長側の光をも光起電力に有効に利用することによって光起電力素子の変換効率を向上させた光起電力素子を提供することを目的としている。

即ち、本発明は、アモルファス半導体からなるP-I接合層を有する第1積層部と、

前記P-I接合層を形成するアモルファス半導体より禁止帯幅が小さなアモルファス半導体からなるI-N接合層を有する第2積層部とを有し、第1積層部と第2積層部のI層を相互に接合して成り第1積層部のP層を受光面とする光起電力素子が

一方、従来の太陽光光起電力素子は、単一のP-I-N接合層から成っており、光吸収のスペクトラム分布が単一の禁止帯幅で制限されたものであった。ところが本発明では、従来の光吸収スペクトラムに加えて、更に、太陽光の放射強度の最も強いピークを有する短波長側の光吸収も可能にしようとするものである。

第2図は、太陽光の放射強度と波長との関係及び本発明素子と従来の光起電力素子の相対光感度の関係を示したものである。太陽光の放射強度曲線11によれば、太陽光は、500nm付近に最大の放射強度を有している。これに対して従来の水素化アモルファスシリコンを用いた光起電力素子は、曲線12のように600nm付近にピークを示す吸収スペクトラムが得られている。そして、500nm付近では感度がかなり落ちていることがわかる。

一方、本発明素子にかかる禁止帯幅の大きな第1積層部P-I層は、約450nm付近に最大吸収感度を示すスペクトラムが得られる。又、第2積層

ら成る。

第1図は、本発明の概念を模式図であらわしたものである。このうち(a)図は、素子構造の模式図であり、(b)図は、対応するバンド模型を図式的に示したものである。本発明にかかる光起電力素子は、P-I接合層を有する第1積層部1とI-N接合層を有する第2積層部2とを有し、第1積層部と第2積層部のI層を相互に接合させてなる光起電力素子である。そして太陽光は、P層の側から入射する。ここで第1積層部の禁止帯幅は第2積層部の禁止帯幅よりも大きいもので構成されている。太陽光の短波長側の光は、第1積層部のP-I層のバンド間直接遷移によって吸収され、P-I層のバンド障壁によって光起電力が発生する。又、第1積層部の禁止帯幅よりもエネルギーの小さな光即ち、長波長側の光は、第1積層部のP-I層を通過し、禁止帯幅の小さな第2積層部のI-N接合層によるバンド間直接遷移のために光吸収され、I-Nバンド障壁によって、光起電力が発生する。

部I-N層は、曲線12の如き感度を示した。そしてこれらの接合層のI層を直列に接合した結果、曲線14の如き感度特性が得られた。このようにして本発明の光起電力素子は、太陽光の幅広いスペクトラムのうちで、有効部の波長を幅広く光吸収することができる。

本発明は、光の入射光側に禁止帯幅の大きなP-I接合層を設け、光の入射端面から遠い側に禁止帯幅の小さなI-N接合層を設けた半導体素子であることを特徴としている。そして、第1の積層部は、禁止帯幅の大きなアモルファス炭化シリコンを用い、第2の積層部には、水素化アモルファスシリコンを母材とするのが望ましい。又、他の望ましい実施態様は、第1の積層部は禁止帯幅の大きなアモルファスSi-Nを母材とし、第2の積層部には、水素化アモルファスシリコンSiを母材として用いたものである。又、起電力を取り出す方法としては、光入射端面に透明電極そして反対側に反射電極を用いることができる。透明電極としては、ITO又は酸化錫(SnO₂)を用いるこ

とができる。反対側の反射電極としては、アルミニウム、モリブデン、ニッケルクロム等を蒸着して用いることができる。

以下、実施例により本発明を更に詳しく説明する。本第1実施例は、第1積層部にアモルファス（以下「a-」と記す）SiC:Hを用い、第2積層部にa-Si:Hを用いたものである。第3図は本実施例を示す光起電力素子の構造を模式的に図示したものである。基板ガラス21上に透明導電膜22を形成する。透明導電膜は、インジウム-錫酸化物（ $(\text{In}_2\text{O}_3)95\% + (\text{SnO}_2)5\%$ ）又は、錫酸化物（ SnO_2 ）を真空蒸着法で作成した。次にこの透明導電膜22を有する基板の上にP型a-SiC:H層23を設ける。このP型a-SiC:H層23はシランガス（ SiH_4 ）、メタンガス（ CH_4 ）を主成分とし、ジボラン（ B_2H_6 ）のドーパントガスを混合して反応ガスとした。条件は、混合ガスの比率、 $\text{SiH}_4:\text{CH}_4:\text{B}_2\text{H}_6=2\sim4:1:0.006\sim0.002$ 、該混合ガスをAr、又はH₂

で10倍に希釈、流量30～60Sccm、内圧0.3～0.5Torr、基板温度200～300℃、RF電力10～20W（電力密度0.014～0.028W/cm²）である。以上のプラズマCVD法によってP型a-SiC:H層を50～100Å形成した。次にI型のa-SiC:H層24を同じくCVD法によって形成する。この混合ガスは、 $\text{SiH}_4:\text{CH}_4=2\sim4:1$ の割合でシランガスとメタンガスを混合したガスをArあるいはH₂で10倍に希釈したものを反応ガスとした。その他の条件は、前記P型層23を作成と同一条件である。この生成膜は2000Åから4000Åである。次にI型のa-SiC:H層25を形成する。I型a-SiC:H層25は SiH_4 濃度10%にArあるいはH₂ガスで希釈した混合ガスを反応ガスとした。その他の条件は前記と同一である。積層された厚さは、3000～5000Åであった。次にN型のa-SiC:H層26を形成する。N型a-SiC:H層26は SiH_4 母材ガスと PH_3 のドーパントガスの混合ガス

を用いた。混合比は $\text{SiH}_4:\text{PH}_3=1:0.01\sim0.02$ である。該混合ガスは、Ar又はH₂ガスで10倍に希釈される。その他の条件は、前記と同一である。層の厚さは300～500Åに作成した。次に背面金属電極27を設けた。背面金属電極27は、アルミニウム、ニッケルクロム等の金属を真空蒸着法により2000～5000Å形成した。このようにして形成した光起電力素子の相対光感度を第2図曲線14として示す。従来タイプのa-Si:HのPIN光起電力素子の感度曲線12に比べて吸収光の波長が短波長側に大きく広がっているがわかる。このことから光の吸収効率、即ち、光電変換効率は向上していることがわかる。100ミリワット/cm²（A_M1）の太陽光を照射したところ従来タイプのPIN型a-Si:Hが1cm²の面積で6.5%の変換効率であったのに対し、本実施例によるものは、同条件において7.75%の変換効率を得た。即ち従来タイプのものに比べて変換効率が約2割向上したことが判明した。

次に第2実施例を以下に示す。

第1実施例で示したa-SiC:Hによって構成されている第1積層部にa-SiN:Hを用いたものである。この第1積層部を合成するには SiH_4 と NH_3 の混合ガスを母材ガスとして用い、これをプラズマグロー放電法によって積層させた。即ち、 $\text{SiH}_4:\text{NH}_3:\text{B}_2\text{H}_6=0.75:0.25:0.05\sim0.1$ の混合ガスをH₂あるいはArで10倍に希釈したものを流量30～60Sccm、内圧0.3～0.5Torr、基板温度200～300℃、RF電力10～20ワットでグロー放電分解し、P層を形成した。

次に、第1積層部のI層24は $\text{SiH}_4:\text{NH}_3=0.75:0.25$ の混合比を有する混合ガスを使用して構成した。他の積層部、電極については第1実施例と同様である。この結果、第1実施例と同様な変換効率を得ることができた。

第3実施例について説明する。

上述の第1及び第2の実施例の積層順序は、逆に行なうこともできる。

即ち、基板としてステンレススチールを用い、これにN層26、I層25、I層24、P層23を前記実施例とは逆の順序で積層する。そして、該ステンレスの表面は鏡面研磨が施され凹凸は1000分の1にしてある。層の作成の条件は第1実施例及び第2実施例と同様である。最後にP側の第1積層部に透明電極としてITOを、基板加熱温度200～300℃、0.1分圧 10^{-4} オーダの酸素雰囲気中で厚さ1000～2000Åに電子ビーム蒸着法によって形成した。そのITO上にアルミニウムでできた申状の金属電極を電子ビーム蒸着法で形成し、電流収集効率をあげる。この様にして作成した光起電力素子も第1、第2実施例と同様な変換効率を得ることができた。

次に、第4実施例を以下に述べる。

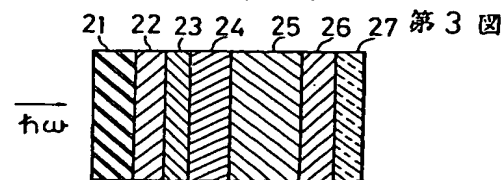
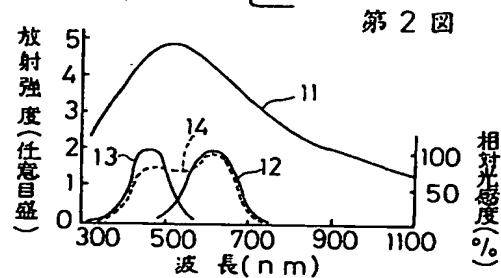
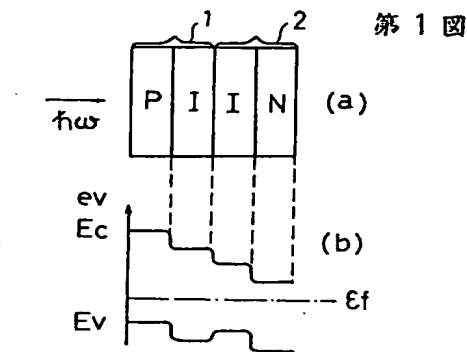
第4実施例はステンレス板の代わりに厚さ25～125ミクロンのステンレス箔を用いたものである。そして、第3実施例と同様に形成した。ステンレス箔を用いているために、前記の実施例と異なり光起電力素子にフレキシビリティをもせ

ることができる。

以上要するに本発明は、光の入射端面から順に禁止帯幅が狭くなるように、禁止帯幅のより広い第1PI積層部と禁止帯幅のより狭い第2IN積層部とを接合することによって、光の吸収スペクトラムを広くするように構成したものである。このため太陽光の吸収波長の幅が広がり、最も放射強度の強い500nm付近の光を効率良く吸収できる。従って光電変換効率が高くなるという利点を有している。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の発明概念を模式的に示したものである。そのうち(a)図は構成図、(b)図はバンド構造を示す。第2図は太陽光の放射強度ならびに本発明に関する光起電力素子及び従来の光起電力素子の相対光感度を示したものである。第3図は、本発明光起電力素子の具体的実施例に係る光起電力素子の構成図を示したものである。



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.